

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-027736

(43)Date of publication of application : 28.01.1997

(51)Int.Cl.

H03K 17/687

H03K 17/693

(21)Application number : 07-177427

(71)Applicant : JAPAN RADIO CO LTD

(22)Date of filing : 13.07.1995

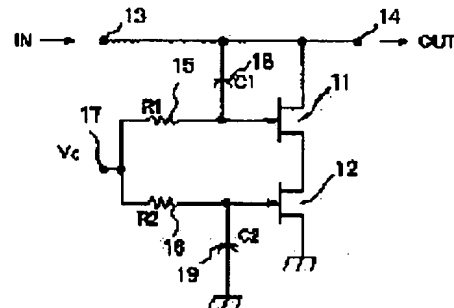
(72)Inventor : TONAMI YOSHIYUKI  
YOSHIDA GORO  
YAMASHITA KAZUO

## (54) FET SWITCH

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To maintain an on-and off-state without being affected by the amplitude or electric power of a transmitted signal by connecting feedback circuits between respective gates and sources, and drains.

**SOLUTION:** Between the transmission line between input and output ports 13 and 14, and the ground, FETs 11 and 12 which form a switch are connected in series, and capacitors 18 and 19 forming feedback circuit are connected between the gates and sources, and drains of the FETs 11 and 12. The FETs 11 and 12 are turned on or off according to the control voltage from a control port 17, and the input AC signal from the port 13 is transmitted to the output port 14, and grounded and voltage-divided by the multistage FETs 11 and 12. At this time, the gate potentials of the FETs 11 and 12 are varied by the capacitors 18 and 19 so that the gate-source or gate-drain voltages are prevented from exceeding a threshold value, thereby easily maintaining the on-and off- states of the FETs 11 and 12. Consequently, a large-power high-frequency signal can be transmitted without waveform distortion.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 10.06.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 07.03.2001

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の FET を多段接続し、前記複数の FET の各々のゲートとソース及びドレインの一方との間に、それぞれ帰還回路を接続したことを特徴とする FET スイッチ。

【請求項 2】 前記帰還回路がキャパシタであることを特徴とする請求項 1 の FET スイッチ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は FET スイッチに関する、特に大電力用 FET スイッチに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 FET スイッチは、例えば、アンテナで受信した無線周波数 (RF) 信号を複数の受信回路に選択的に供給したり、あるいは単一のアンテナを送信機と受信機とで共用したりする場合に使用される。

【0003】 図 5 に従来の FET スイッチの一例を示す。これは、単一のアンテナを送信機と受信機とで共用する場合の例である。この FET スイッチは、4 個の FET (電界効果トランジスタ) 51、52、53、及び 54 を有している。FET 51 は、送信機用ポート 55 とアンテナ接続ポート 56 との間に接続され、FET 52 は、受信機用ポート 57 とアンテナ接続ポート 56 との間に接続されている。また、FET 53、54 は、それぞれ、送信機用ポート 55 と接地との間及び受信機用ポート 57 と接地との間に接続されている。そして、FET 52、53 のゲートは、それぞれ抵抗器 58、59 を介して制御ポート 60 に、FET 51、54 のゲートは、それぞれ抵抗器 61、62 を介して制御ポート 63 に接続されている。

【0004】 ここで、各 FET は、図 6 に示すような  $V_{gs} - I_{ds}$  特性を有するものとする。即ち、ゲート・ソース間電圧  $V_{gs}$  が、しきい値  $V_{th}$  を上回る場合は、ドレイン・ソース間に電流  $I_{ds}$  が流れる。 $V_{gs}$  が、しきい値  $V_{th}$  を下回る場合には、 $I_{ds}$  は流れない。つまりこの FET は、 $V_{gs} > V_{th}$  の領域でオンし、この状態で、低抵抗と等価に見なせる。逆に、 $V_{gs} < V_{th}$  では、オフして、抵抗及びコンデンサによって等価的に表現される高インピーダンスの状態になる。

【0005】 このような特性を有する FET で構成された図 5 のスイッチ回路において、 $V_{th}$  を下回る電位  $V_1$  を制御ポート 60 に印加し、 $V_{th}$  を上回る電位  $V_2$  を制御ポート 63 に印加すると、FET 52 及び 53 がオフし、FET 51、54 がオンする。即ち、送信機用ポート 55 がアンテナ接続ポート 56 に接続された状態となる。逆に、 $V_{th}$  を上回る電位  $V_1$  を制御ポート 60 に印加し、 $V_{th}$  を下回る電位  $V_2$  を制御ポート 63 に印加すると、FET 52 及び 53 がオンし、FET 51、54 がオフして、受信機用ポート 57 がアンテナ接続ポート 56 に接続された状態となる。こうして 4 個の FET 5

1、52、53、及び 54 を用いた SPDT (単極双投) スイッチが実現される。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、従来の FET スイッチでは、ドレイン・ソース間を流れる交流信号が大きくなると、ゲート・ソース間電圧 (ゲート・ドレイン間電圧) が大きく変動し、FET が所望のオン／オフ状態を保てなくなるという問題点がある。

【0007】 例えば、図 7 (a) に示すように接続された FET 71 (図 5 の FET 53 (または 54) に対応) を含む回路を考える。この回路において、入力ポート 72 から出力ポート 73 へ信号を送送させるためには、制御電圧  $V_c$  により FET 71 をオフさせなければならない。ところが、伝送される信号の電力が大きいと、FET 71 のソース電位  $V_s$  (またはドレイン電位) の変動が大きくなり、 $V_c - V_s > V_{th}$  にいたると、 $V_{gs} > V_{th}$  となり、FET 71 がオンしてしまう。このため、伝送しようとする信号は、図 7 (b) に示すように、尖頭部がつぶれ、波形が歪んでしまう。

【0008】 本発明は、伝送しようとする信号の電力または振幅に影響されることなく、オン／オフ状態を維持することができる、ハイパワー信号の伝送に適した FET スイッチを提供することを目的とする。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】 本発明によれば、複数の FET を多段接続し、前記複数の FET の各々のゲートとソース及びドレインの一方との間に、帰還回路を接続したことを特徴とする FET スイッチが得られる。

## 【0010】

【発明の実施の形態】 以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。図 1 に本発明の一実施形態を示す。本実施の形態の FET スイッチは、図 1 に示すように、直列接続 (多段接続) された 2 個の FET 11 及び 12 を有している。この FET スイッチは、入力ポート 13 と出力ポート 14 とを接続する伝送線路に平行に接続されている。また、FET 11 及び 12 のゲートは、それぞれ抵抗器 15 及び 16 を介して制御ポート 17 に接続されている。さらに、FET 11 のゲートと入力ポート 13 との間には、キャパシタ 18 が接続され、FET 12 のゲートと接地との間には、キャパシタ 19 が接続されている。なお、FET としてはノーマリオン型、ノーマリオフ型のいずれも使用することができる。

【0011】 本実施の形態の FET スイッチも、従来同様、制御ポート 17 に入力される制御電圧にしたがってオン／オフし、入力ポート 13 に入力された交流信号を出力ポート 14 へ伝送したり、接地したりする。

【0012】 入力ポート 13 から出力ポート 14 へと交流信号を送送させる (即ち、FET 11、12 はオフさせる) ことにより、本実施の形態の FET スイッチに印加される電圧は、多段接続された FET 11、12 によ

り分圧される。つまり、交流信号の振幅を $V$ とすると、各FETに印加されるドレイン・ソース間電圧の振幅は、図2に示すように $V/2$ となる。また、各FETのゲート電位は、キャパシタの働きにより、ゲート・ソース間電圧（またはゲート・ドレイン間電圧）がしきい値を超えることを妨げる様に、伝送される交流信号に連動して変化する。つまり、ドレイン・ソース間電圧の変化による、ゲート・ソース間電圧（またはゲート・ドレイン間電圧）の変化を抑圧する様にして、FETのオン／オフ状態の維持を容易にする。これにより、本実施の形態のFETスイッチは、大電力の高周波信号の波形を損なうことなく伝送させることができる。したがって、本実施の形態のFETスイッチは、大電力高周波回路に使用することができる。

【0013】図3に本実施の形態によるFETスイッチと従来のFETスイッチの、入力電力と出力電力との関係を示す。図3より明らかな通り、従来のFETスイッチでは、伝送信号の波形に歪みが生じて出力電力が低下するような大きな入力電力を印加しても、出力電力の低下は見られない。

【0014】図4に本発明の他の実施の形態を示す。図4(a)のFETスイッチは、3段のFETを有するFETスイッチ回路であり、図4(b)は、入力ポートと出力ポートとの間に多段接続されたFETを接続した例である。

【0015】なお、上記実施の形態では、いずれの場合も帰還回路としてキャパシタを用いたが、抵抗器、あるいはキャパシタと抵抗器との組み合わせを用いることもできる。

【0016】

【発明の効果】本発明によれば、FETを多段接続して、各FETのゲートとソースまたはドレインの一方との間に帰還回路接続する様にしたことで、伝送しようとする信号の振幅あるいは電力に影響されることなくオン／オフを維持することができ、大電力高周波信号の波形を歪ませることなく伝送することができるFETスイッ

チが得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態の回路図である。

【図2】図1のFETスイッチの各FETにおけるドレイン・ソース電圧とゲート電圧とを示すグラフである。

【図3】図1のFETスイッチと、従来のFETスイッチにおける、入力電力と出力電力との関係を示すグラフである。

【図4】本発明の他の実施の形態を示す回路図であって、(a)は3段のFETを伝送線路上に並列接続した場合、(b)は2段のFETを伝送線路上に設けた場合を示す図である。

【図5】従来のFETスイッチの一例を示す回路図である。

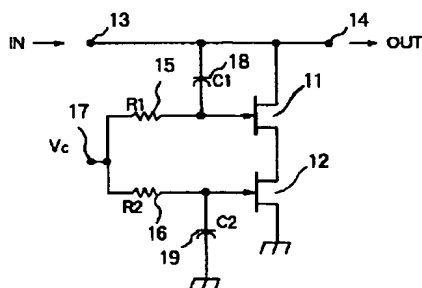
【図6】FETの $V_{gs}-I_{ds}$ 特性の一例を示すグラフである。

【図7】従来のFETスイッチの問題点を説明するための(a)回路図、(b)ドレイン・ソース電圧とゲート電圧とを示すグラフである。

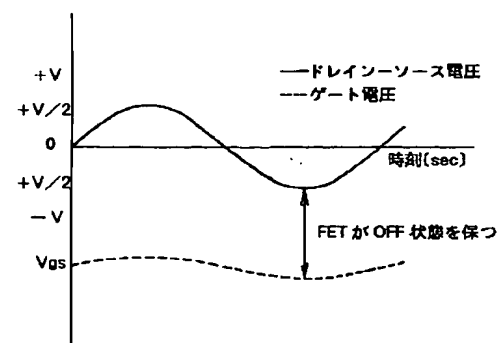
【符号の説明】

- |                |                  |
|----------------|------------------|
| 11, 12         | FET              |
| 13             | 入力ポート            |
| 14             | 出力ポート            |
| 15, 16         | 抵抗器              |
| 17             | 制御ポート            |
| 18, 19         | キャパシタ            |
| 51, 52, 53, 54 | FET (電界効果トランジスタ) |
| 55             | 送信機用ポート          |
| 56             | アンテナ接続ポート        |
| 57             | 受信機用ポート          |
| 58, 59         | 抵抗器              |
| 60             | 制御ポート            |
| 61, 62         | 抵抗器              |
| 63             | 制御ポート            |

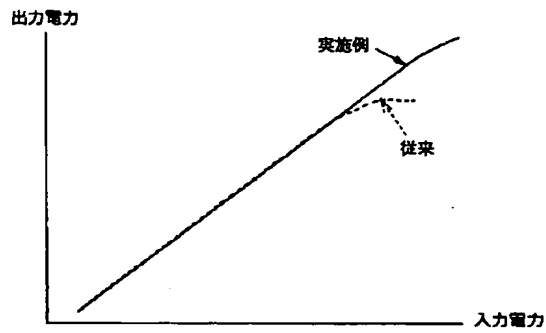
【図1】



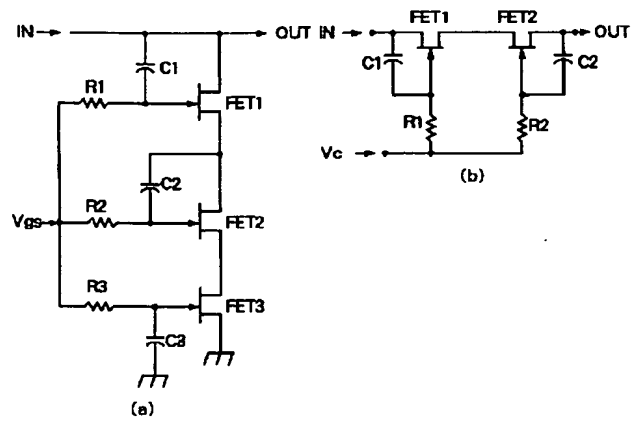
【図2】



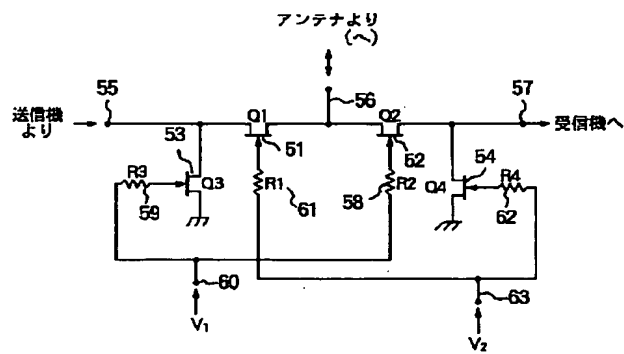
【図 3】



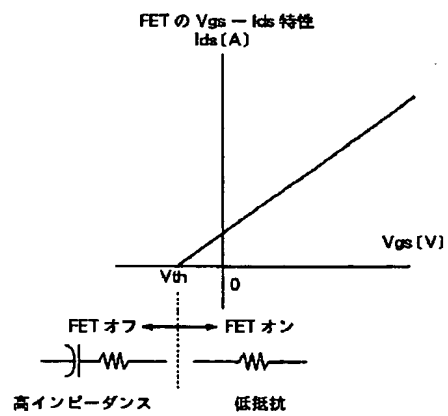
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【図 7】

